

Tempooth Yang Beredar Di Pasaran

Hasya N. Fathan¹, Dudy S. Soebawi¹, Yosi K. Eriwati ^{1,2}

¹ Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Indonesia

² Dept. Ilmu Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia
Email korespondensi ke: Yosi Kusuma Eriwati (yosiarianto@gmail.com)

ABSTRAK

Bahan *Tempooth* telah beredar dengan cepat di pasar online dan dapat dengan mudah dibeli dan digunakan oleh masyarakat. Produk ini mengklaim dapat digunakan dengan mudah untuk mengisi celah gigi yang hilang tanpa berkonsultasi dengan dokter gigi. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan sifat material *Tempooth*. **Metode:** Setelah manipulasi bahan *Tempooth* seperti yang diinstruksikan oleh pabrikan, sifat mekanik seperti uji kekerasan mikro pada permukaan, kompresi, dan kekuatan lentur (dengan beban 5kN dengan kecepatan crosshead 0,5mm/menit) dilakukan pada bahan. Uji FTIR, uji absorpsi air dan uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui komposisi senyawa, jumlah air yang terserap, dan kemampuan bahan untuk larut dalam suatu pelarut. Uji absorpsi dan kelarutan dilakukan dengan cara merendam spesimen dalam larutan saliva buatan pH 5,5 selama 7 hari pada suhu 37°C. **Hasil:** Analisis FTIR menunjukkan grafik gugus hidroksil, alkena/alkil, aldehida, karbonil, gugus karboksil, karboksilat, alkohol, eter, alkana, dan *isosianat*. Hasil kuat tekan: $122,10 \pm 15,57$ MPa, kuat lentur: $15,24 \pm 0,59$ MPa, nilai serapan air $45,11 \pm 5,08$ $\mu\text{gr}/\text{mm}^3$, dan kelarutan $15,00 \pm 1,42$ $\mu\text{gr}/\text{mm}^3$. **Kesimpulan:** Bahan *Tempooth* hanya dapat digunakan sebagai bahan aksesoris dan tidak disarankan untuk digunakan secara permanen.

Kata kunci: Absorpsi, FTIR, Kekerasan Mikro Permukaan, Kelarutan, Kuat Tekan, Kuat Lentur, *Tempooth*.

PENDAHULUAN

Bahan *Tempooth* telah beredar dengan cepat di pasar *online* Indonesia dan dapat dengan mudah dibeli oleh masyarakat.

Berdasarkan iklan produk pada sosial media seperti tertera pada Gambar 1, produk ini mengklaim dapat digunakan dengan mudah sebagai pengganti gigi atau mengisi celah gigi yang hilang secara mandiri, tanpa konsultasi dengan dokter gigi, dan dianggap cukup kuat untuk menggigit apel/makanan.⁴ Sesuai kebutuhan konsumen maka bahan yang sifatnya praktis dan dapat dilakukan mandiri atau *Do It Yourself* (DIY), maka konsumen akan menggunakan untuk menghemat biaya dan waktu.

Website *Tempooth.com* sebagai pionir produk *Tempooth* ini telah mencantumkan *disclaimer* bahwa *Tempooth* adalah solusi sementara untuk keperluan kosmetik gigi saja, untuk penundaan sementara proses implan gigi, dan penambalan gigi. Produsen produk ini juga menyarankan agar pasien mencari saran dokter gigi secara profesional mengenai pilihan untuk mengganti gigi yang hilang. *Tempooth* hanya boleh digunakan pada gigi yang dalam kondisi baik dan rutin dirawat oleh dokter gigi.³ *Tempooth* bukanlah pengganti permanen

untuk gigi yang hilang, karena penundaan penggantian gigi yang hilang berpotensi menyebabkan masalah di masa depan. Namun demikian, *disclaimer* pada situs tersebut tidak disertakan pada kolom deskripsi produk di pasaran online dan produk yang beredar tidak terdapat izin edar KEMENKES.⁴ Iklan penjualan *online* produk *Tempooth* di Indonesia marak pada sosial media, dan banyak pelapak mengemasnya secara eceran agar harganya terjangkau. Terdapat kasus pasien yang menggunakan produk *Tempooth* seperti pada Gambar 2. Seorang perempuan usia 25 tahun sudah menggunakan material ini selama 1 tahun untuk mengisi bagian gigi yang hilang. Pasien secara rutin mengganti material *Tempooth* setiap 1 bulan dengan membuat yang baru sehingga mudah untuk dilepas pasang. Pasien mengakui bahwa penggunaan material ini lebih untuk estetika supaya tidak terlihat ompong saja.

Sesuai dengan spesifikasi *American Dental Association's Standards Committee on Dental Products* (SCDP) bahwa semua material yang akan berkontak dengan jaringan keras atau jaringan lunak di dalam mulut harus bersifat aman dan efektif.² Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan bahan ini khususnya tentang sifat-sifatnya, komposisinya untuk keamanan dan



Gambar 1. Produk *Temptooth* dengan merek Genta Care⁴



Gambar 2. Salah satu kasus pasien pengguna *Temptooth*.
Sumber: drg. Yosi Kusuma Eriwati (Dokumen Pribadi).

efektifitas penggunaan material tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi sifat fisik/ mekanik serta komposisi dari material *Temptooth* tersebut.

MATERIAL DAN METODE

Pembuatan sampel *Temptooth* dilakukan dengan mengikuti petunjuk pabrik pada kolom deskripsi produk di pasar *online*, (Gambar 3).⁴ Bahan *Temptooth* yang berbentuk butiran direndam pada air bersuhu panas 60°C, kemudian diaduk dan tunggu hingga butiran *Temptooth* yang berwarna putih berubah menjadi transparan. Kemudian angkat adonan *Temptooth* dan masukkan ke dalam *cetakan* sesuai dengan jenis pengujian. Kemudian dilakukan kondensasi pada bahan tersebut, dilapisi kaca preparat di bagian atasnya dan diberi beban 500gr selama 15 detik. Selanjutnya *mould* yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam air dingin bersuhu 4°C hingga sampel yang berwarna transparan menjadi berwarna putih kembali. Kemudian lepaskan sampel dari *mould*, dan dilakukan pengujian kuat kompresi, kuat lentur, *water sorption* dan *solubility* serta *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Gambar 3. Petunjuk Penggunaan Bahan *Temptooth*.⁴

Uji Kuat Kompresi dan Uji Kuat Lentur

Berdasarkan ASTM D695-15 Tahun 2019, sampel uji kuat kompresi berbentuk silinder dengan tebal 2 kali diameter sampel yaitu dengan *stainless steel mold* berdiameter 4mm x tebal 8mm. Sementara itu berdasarkan ASTM D790 Tahun 2017, sampel uji kuat lentur berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 25 mm, lebar 2,5mm dan tebal 1,5mm. Pengujian mekanik seperti uji kuat kompresi dan kuat lentur menggunakan alat *Universal Testing Machine* (Shimadzu AGS 5 kNx, Jepang), dengan beban

PETUNJUK PENGGUNAAN



Gambar 3. Petunjuk Penggunaan Bahan *Temptooth*.⁴

automatis 5 kN, dan *crosshead speed* 0,5 mm/menit). Masing-masing uji menggunakan 3 spesimen.

Uji Kekerasan Permukaan

Berdasarkan ASTM E384 Tahun 2019, sampel uji kekerasan berbentuk silinder dengan tebal 3mm dan diameter 6mm. Pengujian ini menggunakan *Microhardness Tester* (Shimadzu HMVG G21DT Jepang, dengan *Indenter Knoop* (HMV-G21DT Shimadzu, Jepang), *load* 25gF, dan *hold time* 15 detik).

Uji *Water Sorption* dan *Solubility*

Berdasarkan ASTM D570 Tahun 2018, sampel uji *Water sorption* dan *Solubility* berbentuk cakram dengan tebal 1mm dan diameter 15mm. Spesimen yang telah disiapkan dimasukkan dalam desikator yang berisi silika gel dan disimpan dalam Inkubator (Thermo Scientific Heratherm IMH60, Germany) 37±1°C selama 22 jam. Kemudian dimasukkan kembali ke dalam desikator pada suhu 23±1°C selama 2 jam. Setelah spesimen dikeluarkan dari desikator, massa spesimen uji diukur dengan timbangan analitik (Shimadzu AX-200, Jepang) hingga mendapatkan massa awal (m_1). Diameter dan tebal spesimen diukur menggunakan kaliper digital. Kemudian, spesimen yang telah dihitung nilai massa awalnya dimasukkan ke dalam pot berisi 10 mL saliva buatan pH 5,5, dan disimpan dalam Inkubator pada 37±1°C untuk perendaman selama 7 hari. Setelah itu, spesimen itu diangkat dan dikeringkan dengan kertas pengering, dan massa (m_2) diukur. Selanjutnya, spesimen dikeringkan kembali dengan menggunakan siklus pengeringan desikator yang sama, dan massa akhir (m_3) diperoleh. Penyerapan air dan nilai kelarutan masing-masing spesimen kemudian dihitung mengikuti rumus penyerapan air (*water absorption*):⁶

Rumus penyerapan air (*water absorption*):

$$W_{SI} : \frac{m_2 - m_3}{v}$$

Rumus kelarutan (*solubility*):

$$W_{Si} : \frac{m_1 - m_3}{v}$$

Keterangan:

W_{sp} : Nilai Penyerapan Air ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)

W_{si} : Nilai kelarutan ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)

m_1 : Massa awal benda uji setelah dimasukkan ke dalam desikator (μg)

m_2 : Massa benda uji setelah perendaman (μg)

m_3 : Spesimen massa akhir setelah direndam dan dimasukkan desikator (μg)

v : Volume (mm^3)

Uji Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

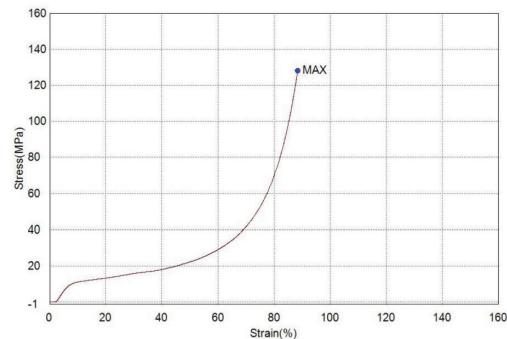
Sampel untuk uji FTIR berbentuk persegi dengan ukuran sisi 5mm dan tebal 0,01mm. Preparasi sampel dilakukan dengan merendam 1 butir *Tempooth* pada air panas hingga berwarna transparan kemudian diletakkan pada kaca preparate dan ditutup kaca preparate kembali di bagian atasnya, kemudian diberi beban 500gr selama 5 detik. Selanjutnya kaca preparate yang berisi sampel tersebut direndam pada air dingin hingga sampel berwarna putih kembali. Sampel kemudian dilepas dari kaca preparate dan dipotong menjadi bentuk persegi dengan ukuran 5mm x 5mm. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dilakukan pada sampel *Tempooth* dan hasil ujinya dapat dianalisa secara kualitatif untuk mengenali senyawa dengan gugus fungsi yang ada. Pengujian FTIR dilakukan dengan menggunakan alat Shimadzu IRPRESTIGE-21 (Shimadzu, Jepang) dan analisisnya menggunakan *software* OriginPro (OriginLab Corporation, USA) untuk mendapatkan data pita serapan dengan panjang gelombang dalam jangkauan 4000–500 cm^{-1} .

HASIL

Pengujian menghasilkan nilai kompresi, kuat lentur, kekerasan mikro, karakterisasi, penyerapan air dan kelarutan dari spesimen *Tempooth*.

Gambar 4 memperlihatkan grafik uji kompresi pada salah satu sampel *Tempooth*, yang menunjukkan bahwa sampel material bersifat plastis dengan maksimum tegangan 128 MPa. Distribusi rata-rata pengujian kuat kompresi tercantum dalam Tabel 1. Perbandingan bentuk *Tempooth* sebelum pengujian dengan setelah yang telah dilakukan pengujian kompresi dapat terlihat pada Gambar 4.

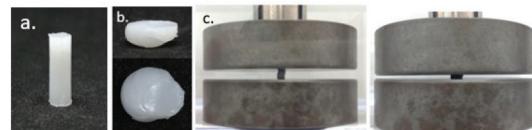
Gambar 6 menunjukkan grafik uji kuat lentur pada salah satu sampel *Tempooth* dan terlihat bahwa sampel bersifat juga plastis dengan perubahan panjang (regangan) sekitar 21% dan tegangan maksimal sebesar 13,75 MPa. Pada kondisi ini, perubahan specimen mengalami deformasi permanen dan tidak



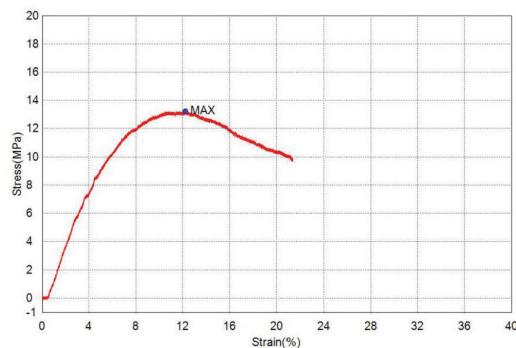
Gambar 4. Grafik Uji Kuat Kompresi pada *Tempooth*.

Tabel 1. Hasil Analisis Pada Data Uji Kuat Kompresi Material *Tempooth*

Sampel	Rerata Kuat Kompresi (MPa) ± SD
Genta Care- <i>Tempooth</i> (n=3)	122,10 ± 15,57



Gambar 5. Uji kuat kompresi spesimen *Tempooth* a) Sebelum diuji kompresi, b) Setelah diuji kompresi, c) Saat dilakukan uji kompresi.

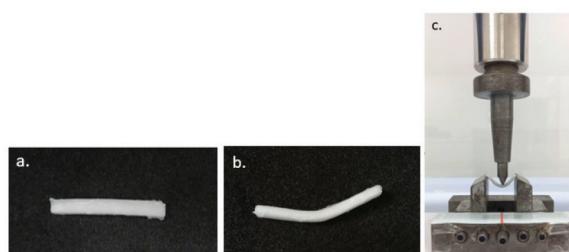


Gambar 6. Grafik Uji Kuat lentur pada *Tempooth*.

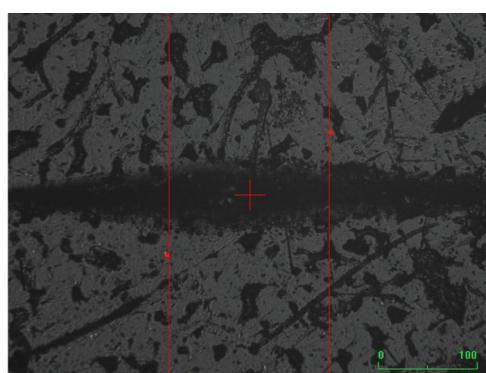
Tabel 2. Hasil Analisis Pada Data Uji Kuat Lentur pada *Tempooth*

Sampel	Rerata Kuat Lentur (MPa) ± SD
Genta Care- <i>Tempooth</i> (n=3)	15,24 ± 1,59

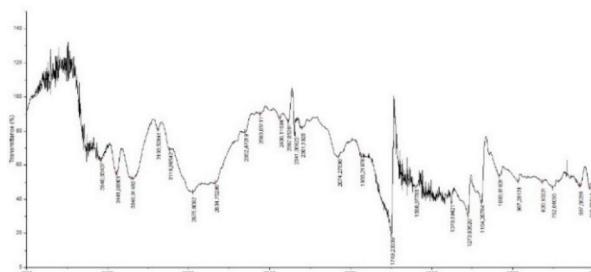
dapat kembali ke bentuk semula. Distribusi rata-rata pengujian kuat lentur tercantum dalam Tabel 2. Perbandingan bentuk *Tempooth* sebelum pengujian dengan setelah yang telah dilakukan pengujian kuat lentur dapat terlihat pada Gambar 5.



Gambar 7. Spesimen *Tempooth* a) Sebelum diuji kuat lentur, b) Setelah pengujian kuat lentur, c) Saat dilakukan uji kuat lentur *Tempooth*.



Gambar 8. Hasil Indentasi bahan *Tempooth* setelah pengerasan (perbesaran lensa 100x).



Gambar 9. Grafik Hasil Uji Fourier Transform Infrared (FTIR) dari *Tempooth* yang telah dimanipulasi dan mengeras.

Gambar 8 pada spesimen *Tempooth* yang telah mengeras menunjukkan hasil indentasi Knoop yang tidak jelas. Hasil indentasi Knoop terlihat masih di luar lapang pandang, yang mengartikan bahwa sampel memiliki nilai kekerasan permukaan yang terlalu rendah atau lunak sehingga tidak dapat dijeas dan diukur kekerasannya.

Gambar 9 menunjukkan hasil grafik spektra FTIR pada sampel *Tempooth*. Grafik tersebut memperlihatkan adanya distribusi gugus fungsi dari *Tempooth* seperti tercantum dalam Tabel 3. Dapat disimpulkan bahwa material *Tempooth* merupakan bahan polimer *Thermoplastic Polyurethane Resin*.

Dari pengujian *water sorption* dan *solubility*, terlihat adanya penyerapan air dan kelarutannya seperti terlihat pada Tabel 4.

No	Wavenumber (cm ⁻¹)	Functional group	Compound	References
1	3540,03	O – H stretching vibration N – H stretching vibration	Hydroxyl group	(Liu <i>et al</i> , 2017)
2	3441,90	O – H stretching vibration N – H stretching vibration	Hydroxyl group	(Liu <i>et al</i> , 2017)
3	3349,91	O – H stretching vibration N – H stretching vibration	Hydroxyl group	(Liu <i>et al</i> , 2017)
4	3193,52	N – H bending vibration C – N stretching vibration	Hydroxyl group	(Liu <i>et al</i> , 2017)
5	2975,80	C – H stretching vibration	Alkene/Alkyl	(Adeniyi <i>et al</i> , 2021)
6	2652,47	C – H stretching vibration	Aldehyde	(Adeniyi <i>et al</i> , 2021)
7	2560,05	O – H stretching vibration	Carboxylic	(Adeniyi <i>et al</i> , 2021)
8	1749,23	C=O stretching vibration	Carbonyl & Carboxyl group	(Adeniyi <i>et al</i> , 2021)
9	1598,97	C=C stretching vibration	Aromatic ring	(Matykievicz <i>et al</i> , 2015)
10	1378,19	O – H bending vibration	Alcohol	(Adeniyi <i>et al</i> , 2021)
11	1273,93	C – O stretching vibration	Ether	(Matykievicz <i>et al</i> , 2015)
12	1194,2	C – O stretching vibration	Ether	(Matykievicz <i>et al</i> , 2015)
13	1083,81	C – O stretching vibration	Alkane	(Adeniyi <i>et al</i> , 2021)
14	820,10	C=CH stretching vibration	Isocyanate	(Farid <i>et al</i> , 2021)
15	752,64	C=CH stretching vibration	Isocyanate	(Farid <i>et al</i> , 2021)
16	587,05	C=CH stretching vibration	Isocyanate	(Farid <i>et al</i> , 2021)

Tabel 4. Hasil Analisis Pada Data Uji *Water sorption* dan *Solubility* Material *Tempooth* Pada Saliva Buatan pH 5,5

Sampel	Mean water sorption (µg/mm ³) ± SD	Mean Solubility (µg/mm ³) ± SD
Genta Care- <i>Tempooth</i> (n=3)	45,11 ± 5,08	37,20 ± 3,49

DISKUSI

Material polimer pada umumnya digunakan untuk restorasi gigi, penutup (*sealant*), semen, penyedia ruang (*space maintainer*), material elastik ortodonti, obturator pada celah palatum, material cetak, restorasi sementara, material pengisi saluran akar, basis gigi tiruan, dan pelindung mulut pada atlit.¹ Polimer dapat dibentuk, dapat dibuat translusen atau opak, memiliki densitas dan kekerasan yang rendah dibandingkan logam, dan juga merupakan konduktor suhu dan listrik yang buruk.¹ Sifat dasar polimer memiliki kekakuan terendah, memiliki stabilitas jangka panjang rendah dalam lingkungan basah, dengan titik leleh atau titik transisi kaca terendah.¹ Sifat fisik polimer dipengaruhi oleh perubahan suhu, lingkungan, komposisi, struktur amorf/kristalinnya, dan berat molekul polimer.² Material ini melunak bila dipanaskan di atas suhu transisi gelas (Tg), suhu mulai terjadi gerakan molekuler yang memaksa rantai terpisah.²

Gambar 9 menunjukkan spektra FTIR, dan terlihat adanya vibrasi ulur ikatan C=CH dengan *wavenumber* 820,10 cm⁻¹, 752, 64 cm⁻¹, dan 587,05 cm⁻¹. Ikatan tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi *isosianat* pada *Tempooth*. Terlihat adanya vibrasi tekuk ikatan O-H dengan *wavenumber* 1378,19 cm⁻¹ mengartikan adanya kandungan alkohol. Terdapat vibrasi ulur ikatan O-H dan vibrasi ulur ikatan N-H dengan *wavenumber* 3540,03 cm⁻¹, 3441,90 cm⁻¹, 3349,91 cm⁻¹, dan 3193,52 cm⁻¹ menandakan adanya gugus fungsi grup hidroksil. Vibrasi ulur ikatan C-H pada *wavenumber* 2975,8 cm⁻¹ merupakan gugus fungsi *Alkene/Alkyl* dan vibrasi ulur ikatan C-H pada *wavenumber* 2652,47 cm⁻¹ merupakan gugus fungsi aldehida. Vibrasi ulur ikatan O-H pada *wavenumber* 2560,05 merupakan unsur *Carboxylic*. Vibrasi ulur ikatan C=O pada *wavenumber* 1749,23 cm⁻¹ terlihat puncak yang paling kuat, mengindikasikan adanya komposisi *Carbonyl* dan *Carboxyl group*. Vibrasi ulur ikatan C=C pada *wavenumber* 1598,97 cm⁻¹ merupakan unsur *aromatic ring*. Terdapat dua vibrasi ulur ikatan C-O dari gugus fungsi eter terlihat pada *wavenumber* 1273,93 cm⁻¹ dan 1194,2 cm⁻¹. Dan vibrasi ulur ikatan C-H dari unsur alkana terlihat pada *wavenumber* 1083,81 cm⁻¹.

Berdasarkan analisis FTIR, *Tempooth* memiliki kandungan Poliuretan, yang umumnya disingkat PU, dan merupakan polimer yang terdiri atas sebuah rantai unit organik yang dihubungkan oleh tautan uretan (karbamat).¹⁷ Uretan akan terbentuk dari ikatan *isosianat* dan alkohol.¹⁸ Polimer poliuretan dapat terbentuk oleh reaksi sebuah monomer yang mengandung setidaknya dua gugus fungsional *isosianat* dengan monomer lainnya yang mengandung setidaknya dua gugus alkohol didorong dengan katalis.¹⁷ *Tempooth* juga merupakan polimer yang mengandung gugus *epoksida*. *Epoksida* adalah suatu eter siklik dengan cincin beranggota-tiga. Cincin ini kira-kira membentuk suatu segitiga sama sisi, yang membuatnya tegang, dan karenanya sangat reaktif, lebih dibandingkan eter lainnya. Senyawa ini diproduksi dalam skala besar untuk berbagai aplikasi. Secara umum, *epoksida* dengan berat molekul rendah tidak berwarna dan tidak reaktif, serta sering kali mudah menguap.²¹ Resin epoksi, juga dikenal sebagai *poliepoksida*, adalah kelas prapolimer reaktif dan polimer yang mengandung gugus *epoksida*.²⁰ Oleh karna itu dapat disimpulkan dari hasil analisis spektra FTIR bahwa *Tempooth* merupakan bahan *Thermoplastic Polyurethane (TPU) Resin*. TPU resin termasuk bahan polimer termoplastik, yang ditunjukkan dengan bahan yang bisa melunak akibat pemanasan dan mengeras pada saat pendinginan, proses ini dapat terjadi secara reversibel.¹ Reaksi pengerasan yang bersifat reversibel ini terjadi karena ikatan yang relatif lemah di antara rantai molekulnya. Resin termoplastik dapat melunak dan larut dalam pelarut organik.²

Pengujian kompresi menghasilkan nilai maksimal kemampuan kekuatan kompresi bahan *Tempooth*

sebesar $122,10 \pm 15,57$ MPa. (Gambar 4), menunjukkan grafik yang selalu meningkat dan tidak ada titik puncak maksimum sehingga tidak terlihat grafik yang mengindikasikan terjadinya patahan pada sampel dengan beban yang diberikan. Hal tersebut membuktikan bahwa sampel bahan *Tempooth* ini bersifat plastis dan tidak mudah patah (Gambar 6).

Pengujian kuat lentur menghasilkan nilai maksimal kemampuan kuat lentur pada bahan *Tempooth* sebesar $15,24 \pm 0,59$ MPa. Pada Gambar 6, terlihat grafik yang melandai dan memiliki regangan (*strain*) semakin besar. Hal tersebut membuktikan bahwa material ini bersifat lentur dibuktikan pada Gambar 7, spesimen *Tempooth* terlihat melengkung saat uji kuat lentur dan setelah uji kuat lentur sampel *Tempooth* tidak patah namun tidak dapat kembali ke bentuk awalnya (plastis). Berdasarkan ISO 4049 Tahun 2019 menyebutkan bahwa minimum nilai kuat lentur untuk bahan restorasi komposit berbasis polimer yaitu 80 MPa. Jika dibandingkan dengan material restorasi lainnya seperti material resin komposit, material *Tempooth* memiliki nilai kuat lentur yang lebih rendah yaitu $15,24 \pm 0,59$ MPa.

Gambar 8 merupakan hasil dari pengujian kekerasan pada material *Tempooth*. Walaupun sudah menggunakan beban penjejasan yang paling kecil, hasil indentasi Knoop masih di luar lapang pandang, yang mengartikan bahwa sampel memiliki nilai kekerasan permukaan yang terlalu rendah atau lunak sehingga tidak dapat dijejas dan diukur kekerasannya.

Uji Penyerapan Air (*Water Sorption*) oleh ASTM D570-98 Tahun 2018 digunakan untuk menghitung tingkat penyerapan air relatif oleh material polimer selama perendaman dalam kondisi tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan air meliputi jenis material, aditif yang digunakan, suhu, dan lama perendaman. Pengujian *water sorption* yang telah dilakukan menghasilkan nilai rerata kemampuan penyerapan air pada sampel *Tempooth* sebesar $45,11 \pm 5,08$ $\mu\text{gr}/\text{mm}^3$. Jika dibandingkan dengan material restorasi lainnya seperti material resin komposit, material *Tempooth* memiliki tingkat penyerapan air yang lebih tinggi dari standar limit penyerapan air yang diperbolehkan pada resin komposit. Berdasarkan ISO 4049:2019, nilai kemampuan *water sorption* resin komposit adalah maks. $40 \mu\text{gr}/\text{mm}^3$.¹⁵ Sementara hasil uji *water sorption* material *Tempooth* ini berkisar $45,11 \pm 5,08 \mu\text{gr}/\text{mm}^3$.

Pada pengujian kelarutan yang telah dilakukan, material *Tempooth* memiliki nilai rerata kemampuan terlarut $37,20 \pm 3,49 \mu\text{gr}/\text{mm}^3$. Nilai kelarutan pada material ini cukup besar, artinya material ini cukup mudah untuk terhidrolisis. Jika dibandingkan dengan material restorasi lainnya seperti material resin komposit, material *Tempooth* memiliki tingkat kelarutan yang lebih tinggi dari standar limit kelarutan

pada resin komposit. Berdasarkan ISO 4049:2019, nilai kemampuan *solubility* resin komposit adalah maks. $7,5\mu\text{gr}/\text{mm}^3$.¹⁵, sementara *solubility* *Tempooth* adalah $37,20\pm3,49\ \mu\text{gr}/\text{mm}^3$ yang mengindikasikan mudah larutnya komponen dari *Tempooth*.

Seperti yang diketahui pada hasil analisis FTIR, nilai penyerapan air dan kelarutan yang tinggi ini dipengaruhi oleh adanya unsur *hydroxyl group*, *alkohol* dan *Carboxylic* pada *Tempooth* yang cukup besar. Dalam kimia organik, alkohol dan karboksilat mengandung satu atau lebih gugus grup hidroksil. Menurut definisi IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) istilah hidroksil mengacu pada radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) saja, sedangkan gugus fungsi $-\text{OH}$ disebut gugus hidroksi.¹⁹ Reaksi hidrolisis terjadi ketika reaktan nukleofilik (agen pencari nukleus, misalnya, air atau ion hidroksil) menyerang karbon gugus *carbonyl* dari ester.¹⁴ Ion hidrogen dari saliva buatan pH 5,5 masuk melalui celah antara susunan rantai polimer dan berikatan dengan gugus hidroksil ($-\text{OH}$) pada *Tempooth*, membentuk ikatan hidrogen. Selain itu, *Tempooth* memiliki gugus uretan ($-\text{NH}-$) yang juga dapat mengikat ion hidrogen di dalam air. Namun, hidrofilisitasnya lebih rendah dibandingkan dengan hidroksil.²² Dengan lebih banyak cairan yang terserap dalam perendaman, massa bahan meningkat.

Kelarutan asam karboksilat dalam air dapat meningkat ketika terionisasi. Biasanya basa kuat digunakan untuk mendeprotonasi asam karboksilat dan mendorong pelemahan ikatan.²² Selain itu, *Tempooth* bersifat termoplastik, yang merupakan reaksi pengerasan yang bersifat reversibel karena adanya ikatan yang relatif lemah di antara rantai molekulnya. Resin termoplastik dapat melunak dan larut dalam pelarut organik.² Hal ini meningkatkan nilai kelarutan bahan *Tempooth*.

Bila bahan *Tempooth* digunakan pada ruang yang masih terdapat sisa akar gigi, maka hal ini dapat menyebabkan *Tempooth* sukar dilepaskan. Bila sifat termoplastik menjadi aktif, maka ketika terjadi gaya pengunyahan saat makan makanan yang bersuhu hangat/panas maka bahan *Tempooth* akan melunak. Apabila kemudian *Tempooth* terpapar minuman bersuhu dingin/es maka *Tempooth* akan mengeras dan akan bertambah rapat sehingga menyebabkan rasa tidak nyaman di dalam mulut. Demikian pula akan terjadi retensi makanan di antara *Tempooth* yang sulit keluar atau dibersihkan sehingga dapat memicu inflamasi pada daerah jaringan lunak dan sisa akar gigi di bawahnya.

Dalam rongga mulut terdapat kelenjar saliva yang selalu mensekresikan saliva. Kondisi dalam mulut yang selalu basah oleh saliva dan adanya makanan/minuman menyebabkan meningkatnya sifat *water sorption* dan *solubility* bahan termoplastik tersebut dan menyebabkan perubahan warna (Gambar 2.). Bila

kondisi tersebut berlanjut, maka akan berpengaruh pula pada menurunnya sifat mekanis (kekuatan dan getas) serta degradasi bahan *Tempooth* tersebut.

KESIMPULAN

Dari hasil sifat kuat kompresi, kuat lentur, kekerasan, *water absorption* dan *solubility* serta komposisi *Tempooth* dapat disimpulkan bahwa material *Tempooth* tidak dapat digunakan sebagai pengganti gigi dalam pengunyahan.

Ucapan Terima Kasih

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Material Kedokteran Gigi FKG UI dan Laboratorium Kimia FMIPA UI. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak adanya konflik kepentingan.

REFERENSI

1. Mitra SB, Restorative Material-Polymer. In: Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's Restorative Dental Material*. St.Louis: Mosby Elsevier; 2012. p. 125-127.
2. ANUSAVICE, Kenneth J.; SHEN, Chiayi; RAWLS, H. Ralph (ed.). *Phillips' science of dental materials*. Elsevier Health Sciences, 2012. p. 92-110.
3. TEMPTOOTH®. [internet]. The #1 Do It Yourself Tooth Replacement Product, 2021 [cited: 2022 July 02]. Available from: <https://temptooth.com/>.
4. *Tempooth* yang di *repackaging* oleh para penjual di pasar Online Indonesia. [internet]. Original Penambal Gigi Ompong Dan Berlubang, 2022 [cited: 2022 July 02]. Available from: <https://shopee.co.id/product/777971535/20525373821?mtt=0.8222736-1672720955.3>.
5. DINAKARAN, Shiji. Sorption and solubility characteristics of compomer, conventional and resin modified glass-ionomer immersed in various media. *J Dent Med Sci*, 2014, 13: 41-45.
6. ASTM International. ASTM D695 – 15 Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics. 2019.
7. ASTM International. ASTM E384-17 Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials. 2019.
8. ASTM International. ASTM D570 – 98 Standard

- Test Method for Water Absorption of Plastics. 2018.
9. LIU, Tuan, et al. Selective cleavage of ester linkages of anhydride-cured epoxy using a benign method and reuse of the decomposed polymer in new epoxy preparation. *Green Chemistry*, 2017, 19:18: 4364-4372.
 10. FARID, M., et al. Improvement of acoustical characteristics: Wideband bamboo based polymer composite. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2017. p. 012021.
 11. ADENIYI, Adewale George, et al. Microstructural and mechanical properties of the plantain fiber/local clay filled hybrid polystyrene composites. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 2021, 1-11.
 12. Matykiewicz, D., Barczewski, M., & Sterzyński, T. (2015). Morphology and thermomechanical properties of epoxy composites highly filled with waste bulk molding compounds (BMC) (BMC). *Journal of Polymer Engineering*, 35(8), p. 805-811.
 13. SPEIGHT, James G. *Environmental organic chemistry for engineers*. Butterworth-Heinemann, 2016.p. 87-151.
 14. International Standard, Dentistry-Polymer based restorative materials, ISO 4049 Fifth edition 2019-05.
 15. ASTM International. ASTM D790 Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. 2017.
 16. Woods, George. *The ICI Polyurethanes Book*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1990.p.330. ISBN 0-471-92658-2.
 17. BROWN, Richard, et al. *Science of Synthesis: Houben-Weyl Methods of Molecular Transformations Vol. 36: Alcohols*. 2014. p.450
 18. MOSS, G. P.; SMITH, P. A. S.; TAVERNIER, D. Glossary of class names of organic compounds and reactivity intermediates based on structure (IUPAC Recommendations 1995). *Pure and applied chemistry*, 1995, 67: 1307-1312.
 19. MAY, Clayton (ed.). *Epoxy resins: chemistry and technology*. Routledge, 2018.p.65
 20. SIENEL, Guenter; RIETH, Robert; ROWBOTTOM, Kenneth T. *Epoxides. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 2005.
 21. Moreira E, Noronha-filho JD, Amaral CM, Poskus LT. Long-term degradation of resin-based cements in substances present in the oral environment: influence of activation mode. *J Appl Oral Sci*. 2013; 21(3):271-7.
 22. SILVA, Eduardo Moreira da, et al. Long-term degradation of resin-based cements in substances present in the oral environment: influence of activation mode. *Journal of Applied Oral Science*, 2013, 21: 271-277.